

Juho Luhtala

## **Julkisivumuurauksen tehtäväsuunnitelma**

Opinnäytetyö

Syksy 2017

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## **Opinnäytetyön tiivistelmä**

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennusmestari (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Juho Luhtala

Työn nimi: Julkisivumuurauksen tehtäväsuunnitelma

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 31

Liitteiden lukumäärä:

---

Tämän opinnäytetyön aiheena on käydä läpi julkisivumuurauksen toteutukseen olennaisia ja tärkeitä työtehtäviä, tehtävän suunnittelua ja havainnollistaa erilaisia tehtäväsuoritukseen vaikuttavia seikkoja. Aikataulusuunnittelun toteuttaminen oikein on tehtävän etenemisen kannalta tärkeää ja siihen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Ohjeet kustannuskaavion luomiseen löytyy tästä opinnäytetyöstä. Työssä on pyritty huomioimaan asioita myös yleiseltä kannalta ja kerrottu kyseiseen työmaahan liittymättömistä seikoista.

Opinnäytetyö on toteutettu case-pohjaisena SeAMK Uudistuva kampus -rakennustyömaalla. Työn tarkoituksena on auttaa työnjohtajaa laatimaan tehtäväsuunnitelma vastaavanlaiselle tehtävälle sen suorittamiseksi kustannustehokkaasti, ajallaan ja ilman vaikeuttavia tekijöitä.

Muuraus, suunnittelu, työnjohto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Juho Luhtala

Title of thesis: Masonry façade construction plan

Supervisor): Olli Isopahkala

Year: 2017

Number of pages: 31

Number of appendices:

---

The subject of the thesis was scheduling, creating a cost chart and illustrating different important aspects of a construction plan for a façade masonry. The work also described different subjects on a general level.

The purpose of the thesis was to help construction site managers in planning their masonry façade tasks cost-effectively. The thesis was conducted as a case study on the SeAmk Uudistuva kampus construction site.

Site management, masonry, façade

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	7
1 Johdanto .....	8
2 Yleistä julkisivumuurauksesta .....	10
3 Ajallinen suunnittelu .....	11
3.1 Aikataulun laatiminen .....	<b>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b>
4 Julkisivumuurauksen aloitusedellytykset .....	13
4.1 Seinäelementit ja muurauskiinnikkeet .....	13
4.2 Tiilen kannatus .....	13
4.3 Ikkuna- ja ovisovitukset .....	14
4.4 Sääsuojatelineet ja tavarahissi.....	15
5 Julkisivumuurauksen toteutus .....	17
5.1 Aloituspalaveri.....	17
5.2 Julkisivutiili .....	18
5.3 Muuraussiilo ja laasti.....	18
5.4 Aukkopalkit.....	21
5.5 Raudituksen asennus.....	21
5.6 Liikuntasaumat.....	22
6 Laatuvaatimukset.....	24
6.1 Materiaalivaatimukset .....	24
6.2 Muuraaminen .....	25
7 Työturvallisuus .....	26
7.1 Työmaan yleinen työturvallisuus ...	<b>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b>
8 Kustannushallinta.....	27
8.1 Kustannuskaavion luominen .....	27
9 Yhteenveto.....	29

LÄHTEET .....	30
---------------	----

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Julkisivu itään ja etelään. (Lähde: Arkkitehdit von Boehm - Renell Oy) .....	9
Kuva 2. Julkisivu länteen ja pohjoiseen. (Lähde: Arkkitehdit von Boehm - Renell Oy.) .....	9
Kuva 3. Paikka-aikakaavio. ....	11
Kuva 4. Vinoviiva-aikataulu. ....	12
Kuva 5. Ulkoseinädetalji sokkelikivestä. ....	14
Kuva 6. Ikkunasovitus. ....	15
Kuva 7. Ote aloituspalaverista. ....	18
Kuva 8. Ote muurauslaastin ja siilon tilauksesta. ....	20
Kuva 9. Julkisivutiilen liikuntasaumadetalji. ....	23
Kuva 11. Kustannuslaskelma. ....	28
 Taulukko 1. Liikuntasaumojen enimmäisväli. ....	23
Taulukko 2. Sallitut mittapoikkeamat (RunkoRyl 2010). ....	24

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Paroc</b>	Paroc-elementit ovat teräspintaisia sandwichelementtejä, joiden ydin on kivivillaa. Niiden tärkeimpiä käyttökohteita ovat liike-, teollisuus- ja toimistorakennusten sekä julkisten rakennusten julkisivut, väliseinät ja sisäkatot
<b>TTT</b>	Työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä.
<b>2T7/4T7</b>	Raudoituksen merkintä. Esimerkiksi 2T7 tarkoittaa kahta 7 mm harjaterästä vierekkäin esimerkiksi muurauksen sisään.
<b>Jatkospituus</b>	Harjateräksen liitospituus minkä pituisella matkalla se limitetään toisiinsa.
<b>Muuraussiilo</b>	Muuraussiiloa käytetään laastin valmistukseen. Siilo sekoittaa kuivan laastijauheen veteen muuttaen sen valmiiksi laastiksi. Työmaalla käytettyyn siiloon pystytettiin varastoi- maan 9 m <sup>3</sup> kuivaa muurauslaastia.
<b>Tiililetka</b>	Tiililetkalla tarkoitetaan pientä lavaa, johon tiilet on ladottu ja tarvittaessa muovitettu. Tiililetkoja pystytään kuljetta- maan tiilikärryjen avulla.
<b>Liikuntasauma</b>	Liikuntasauma sallii rakenteiden välisen liikkeen ja estää niiden välille syntyvän jännityksen.

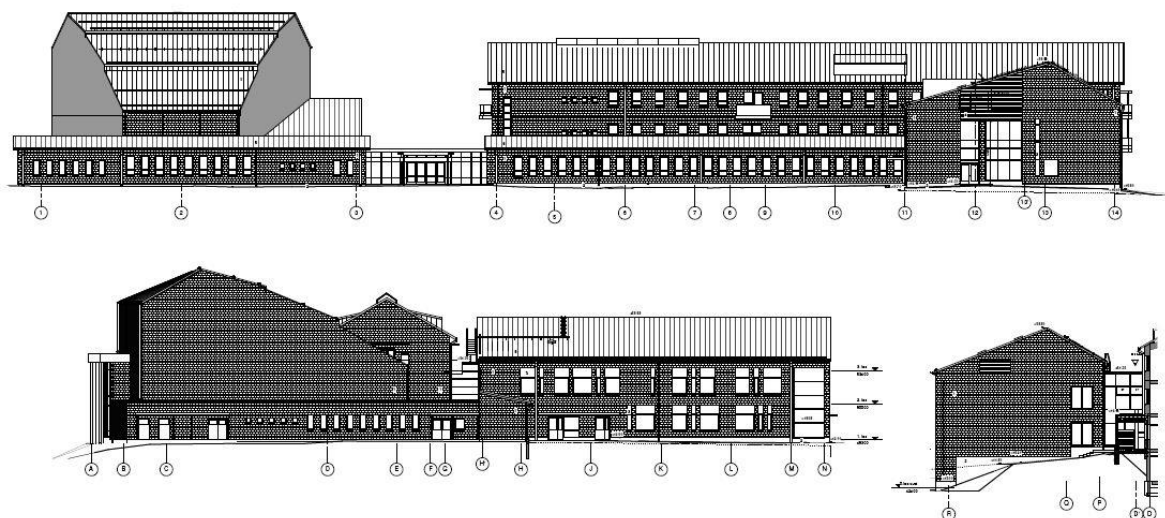
# 1 JOHDANTO

Aiheen opinnäytetyölle sain päästyäni työnjohtoharjoitteluun SeAMK Uudistuva kampus -työmaalle Peab Oy:n alaisuuteen, jossa sain ensimmäiseksi varsinaiseksi vastuualueekseni julkisivumuurauksen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on auttaa suunnittelemaan tehtäväsuunnitelma ja käsitellä tärkeitä, olennaisia ja tehtävää ennalta helpottavia seikkoja julkisivumuurauksen läpivientiä varten. Edellä mainitusta työkohteesta tulen käyttämään työtehtävän suorituksessa opittujen tietojen lisäksi eri materiaaleja ja esimerkkejä.

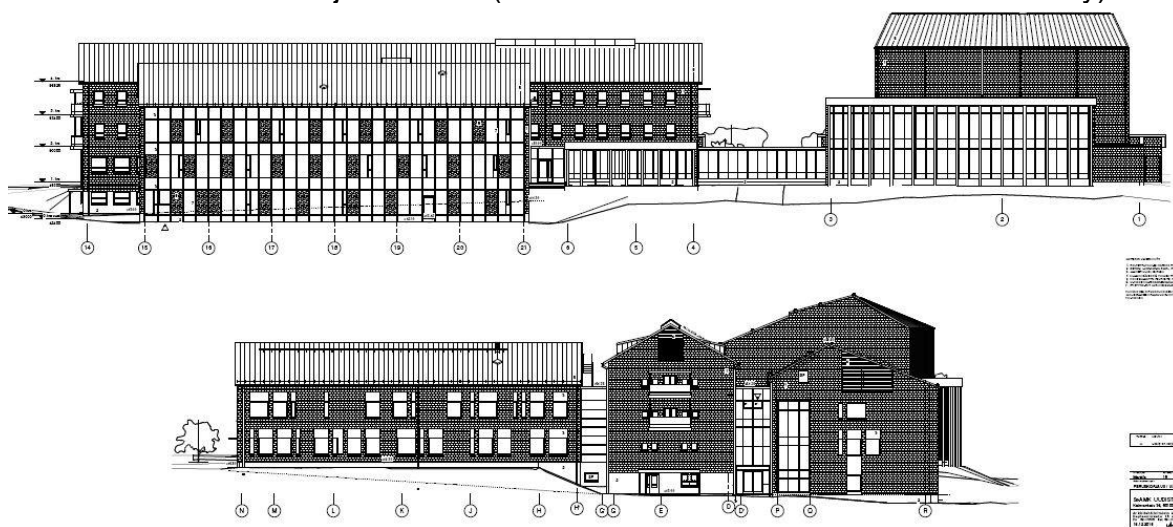
Julkisivumuuraukset ovat etenkin kerrostaloissa erittäin suosittuja nykypäivänä. Kesällä 2017 Seinäjoella lähes kaikkiin valmistuneisiin tai tekeillään oleviin kerrostalo-kohteisiin toteutettiin muurattu julkisivu, kuten myös Peab Oy:n vuonna 2013 aloittamaan Itikanmäen kerrostalohankkeen kerrostaloihin.

SeAMK Uudistuva kampus -projektiin sisältyy vuonna 1994 rakennetun kampustalon laajentaminen ja vanhan rakennuksen saneeraus lukuun ottamatta Seinäjokisalia. Projektin pääurakoitsijana toimii Peab Oy. Kohde käsittää yhteensä kolme rakennusosaa: kaksi uudisosaa ja yhden saneerausosan. Saneerausosasta eli vanhasta rakennuksesta puhutaan, kun kyse on B-osasta, länsipuolen laajennusosa on C-osa ja itäpuolella oleva laajennusosa on D-osa. Muurattavaa julkisivua löytyy yhteensä n.1290 m<sup>2</sup>. Tämä jaottuu yhteensä 5 eri osaan, joita ovat jätekatos, sisäjulkisivu sekä B-, C- ja D-osan seinät.





Kuva 1. Julkisivu itään ja etelään. (Lähde: Arkkitehdit von Boehm - Renell Oy)



Kuva 2. Julkisivu länteen ja pohjoiseen. (Lähde: Arkkitehdit von Boehm - Renell Oy.)

## 2 YLEISTÄ JULKISIVUMUURAUKSESTA

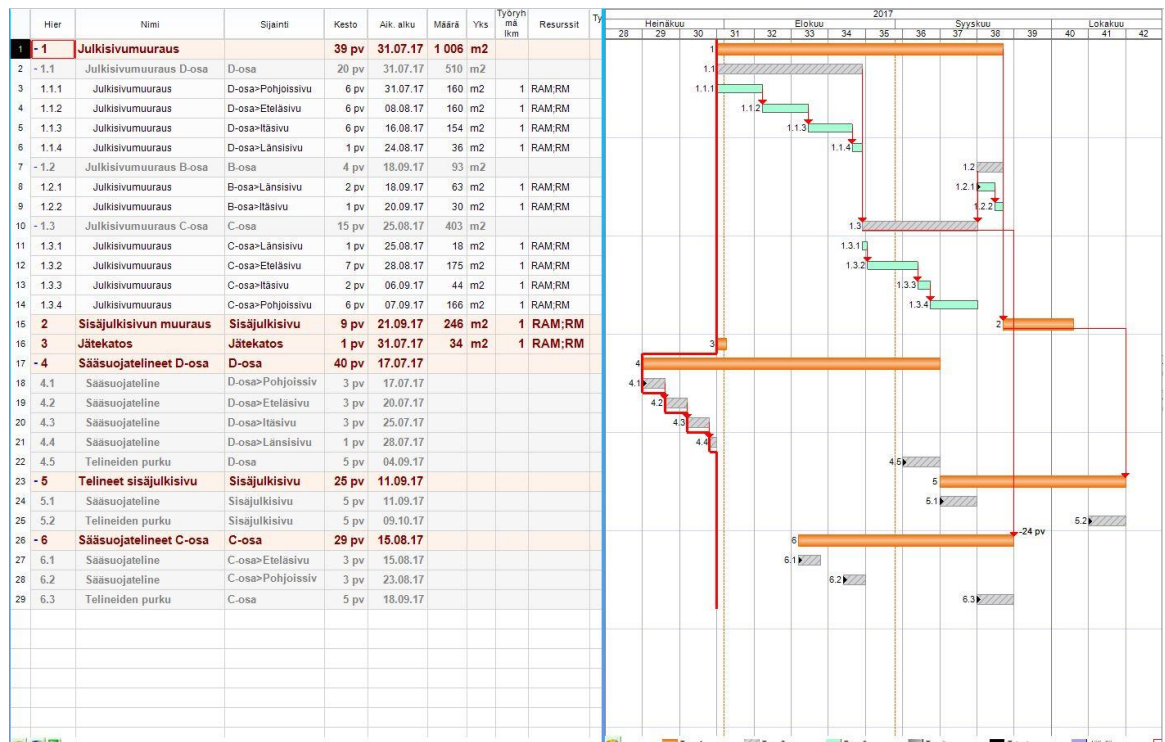
Julkisivumuurauksia on monenlaisia ja se on eniten käytetty muoto julkisivulle. Eri-laisuus muodostuu tiilen koosta, väristä, pinnasta, limityksestä ja laastisauman muotoilusta. Tiilelle löytyy lukuisia eri sävyvaihtoehtoja, mutta kaikille tutuin lienee punatiili, jota näkee etenkin vanhoissa rakennuksissa. Viime vuosikymmeninä suosio on kuitenkin kohdistunut vaaleisiin, kuten tuohensävyisiin, julkisivumuurauksiin. Erilaisia tiilipintoja puolestaan löytyy noin kourallinen. Käsinyötyyn, sileään ja harjattuun tiilipintaan ei voi olla törmäämättä selattaessa eri tiilivalmistajien tuotevalikoimia, mutta nimellinen kuvaus tiilen pinnalle saattaa kuitenkin vaihdella valmistajakohtaisesti. Juoksulimitys 1/2-tiilen limityksellä on ylivoimaisesti kaikista yleisin tapa limittää tiili. Erilaisia limityksiä löytyy kuitenkin lähes yhtä paljon kuin niiden tekijöitäkin. (Sanoma Media Finland Oy. 2009.)

Suomen vanhin tunnettu muurattu rakenne löytyy Koroisilta, kaivauksista löydetyn mahdollisesti 1200-luvulla rakennetun kirkon rauniot. Suomessa tiiltä alettiin käyttämään laajemmin vasta 1300-luvulla, kun Ruotsissa tiili oli tullut käyttöön jo kaksi vuosisataa aikaisemmin. Tunnetuimpia muurattuja rakennuksia Suomessa ovat linnat ja lukuisat vanhat kirkot. (Museovirasto 2004.)

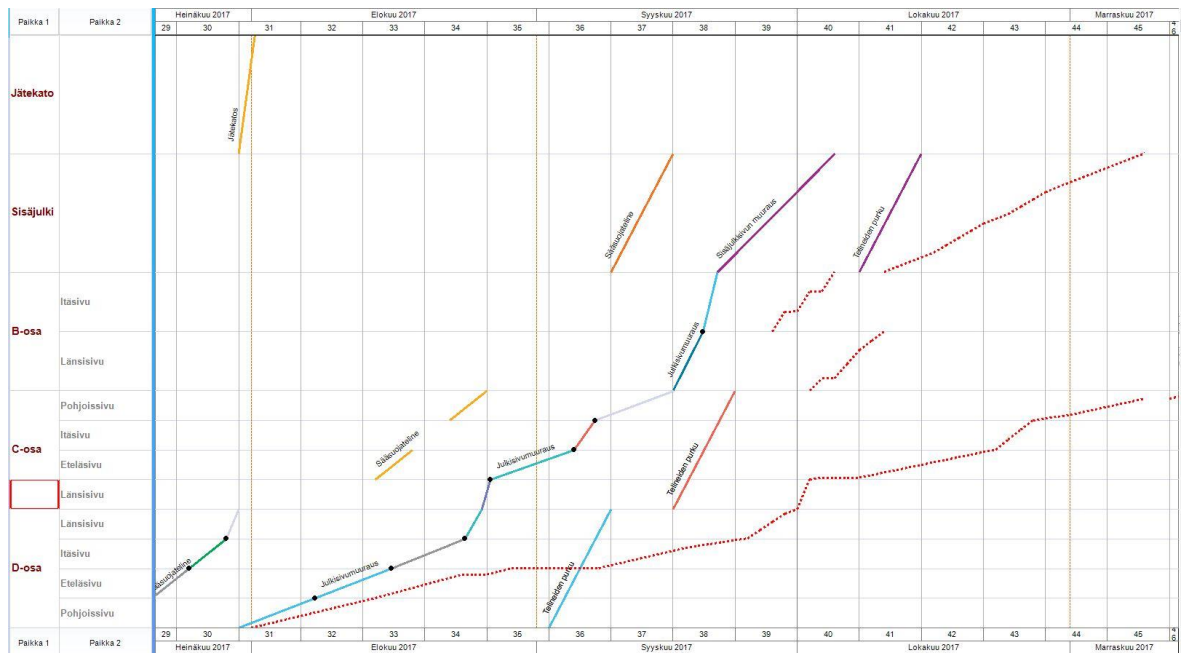
Nykyrakennuksissa vielä n. 50 vuotta sitten julkisivumuuraus oli kiinteä osa ulkoseinän rakennetta. Tämän jälkeen muuraus on erotettu tuuletusraolla parantaen rakenteen kosteus- ja lämpötekniistä toimintaa. Näin kosteus ei pääse enää siirtymään sateen kastelemasta julkisivusta seinärakenteeseen ja sen kuivuminen on tehokasta. (Rakentaja.fi 2009.)

### 3 AJALLINEN SUUNNITTELU

Ajallisen suunnittelun helpottamiseksi luodaan aikataulu tehtävälle. Työsuoritteiden aktiivinen päivittäminen aikatauluun havainnollistaa työn etenemistä suunnitellun mukaan. Tarvittaessa siihen on helppo reagoida, mikäli aikataulu ei pidä. Tehtäväalue jaotellaan aikatauluun osalohkoittain ja lohkot sijoitetaan aikatauluun suunnitellun etenemisen mukaisesti lohkoista toiseen. Aikatauluun voidaan suoritteiden mukaan ajoittaa materiaalin tilauspäivämäärät, telineasennus ja muuraussiilon siirto. Lohkojen linkittäminen toisiinsa loppu-alku-määreellä on tärkeää pitääkseen aikataulun siistinä ja toimivana mahdollisten muutosten vuoksi.



Kuva 3. Paikka-aikakaavio.



Kuva 4. Vinoviiva-aikataulu.

Tehtävään luodussa aikataulussa muurauksen eteneminen on suunniteltu kohde-etenemisen mukaan. Tehtävässä ei pysytty urakoitsijan arvioimassa suoritteessa ja se pääosin toteutettiin yhdellä työparilla, joten tehtävä jäi aikataulusta noin kuukauden. Haittavaikutuksena tästä aiheutui telineiden ja muun kaluston vuokra-ajan pidentyminen sekä tehtävän venyminen lähelle talvea, minkä vuoksi siilolle ja vesilet-kulle täytyy järjestää lämmitys jäätymisen estämiseksi. Telineiden pystytys tulee pyrkiä ajoittamaan vähintään viikkoa ennen muurauksen siirtymistä toiselle osaloh- kolle. Välitavoitteiksi määriteltiin sisäjätkäsiivu, b-osa, c-osa ja d-osa.

## 4 JULKISIVUMUURAUKSEN ALOITUSEDELLYTYKSET

### 4.1 Seinäelementit ja muurauskiinnikkeet

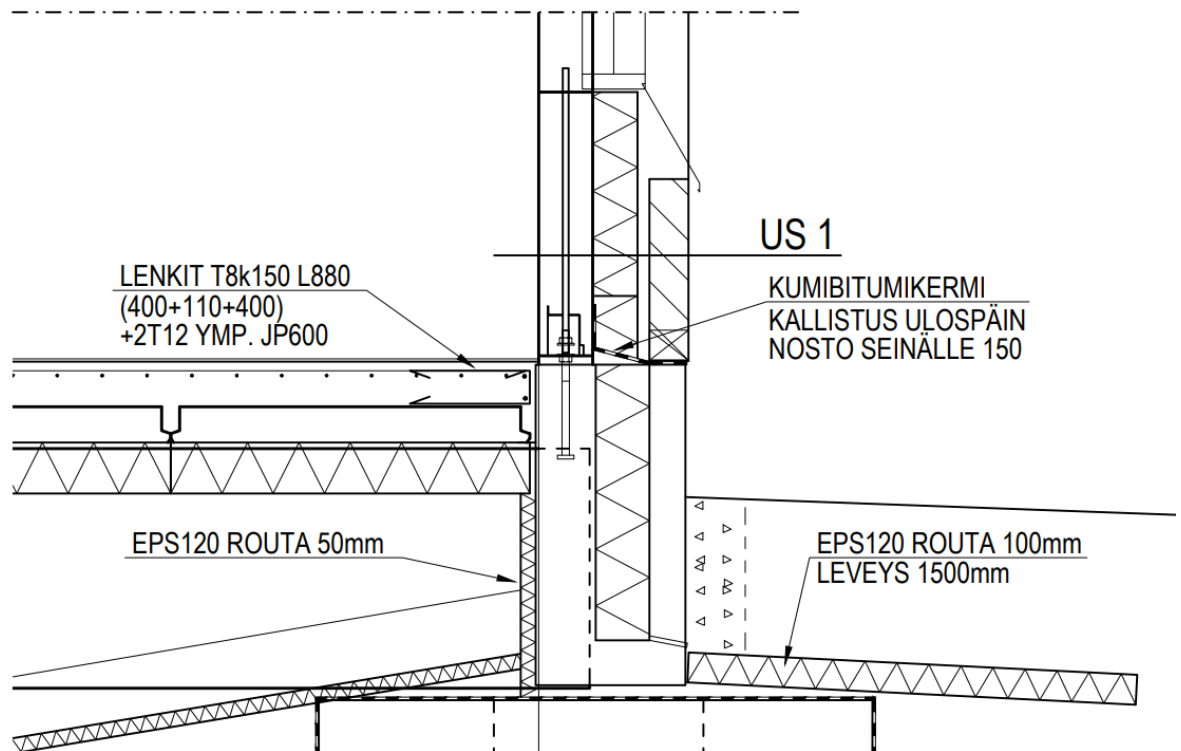
Betonisissa seinäelementeissä käytetään Kingspan Therma TW-57 –eristettä, jonka pinnassa on musta, palotilanteessa sammuttava TW-57 laminaattipinta. Paljaisiin eristepintoihin, kuten kulmaliitoksiin, kiinnitettiin Kingspanilta erikseen saatavaa edellä mainittua laminaattisoiroa muurauskiinnikkelisäysten yhteydessä. (Kingspan Insulation Oy 2017.)

Muurauskiinnikkeiden määrä seinässä on vähintään 4 kpl/m<sup>2</sup> ja aukkojen/kulmien ympärillä 6 kpl/m<sup>2</sup>. Kiinnikkeet asennettiin seinäelementteihin tehtaalla valuvaiheessa ja lisäykset aukkojen ja kulmien ympärille tehdään elementtien asennuksen jälkeen työmaalla elementtitehtaan laskuun. Kohteessa muurataan myös betonisen seinäelementin lisäksi Paroc-sandwich elementtiä vasten. Paroc-seinään sopivien muurauskiinnikkeiden löytäminen oli haastavampaa ja rakennusvalvojan hyväksynnällä käytetään Parocin peltiseen ulkopintaan ruuvattavia kiinnikkeitä suuremmalla menekillä.

### 4.2 Tiilen kannatus

Julkisivun paino kannatellaan sokkelielementin välityksellä perustuksille. Sokkelielementti asennetaan asennuspaloilla oikeaan korkeuteen ja anturoihin juotetaan vähintään 250 mm:n syvyyteen suunnittelijan määrittämä 16 mm tartuntarauta, joka sitten hitsataan yhteen sokkelin metalliseen tartuntalätkään, jonka elementtitehdas on valmistusvaiheessa asentanut.

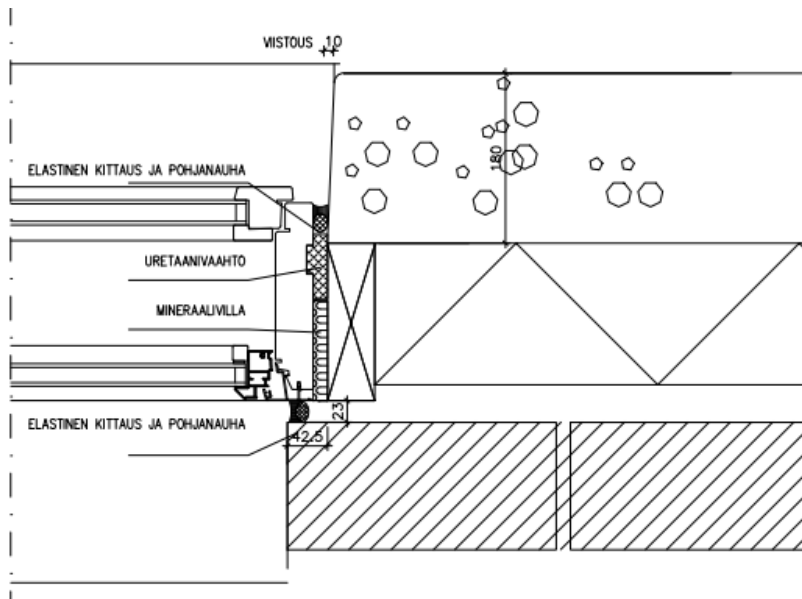
Sokkelin päälle valettiin muurauslaastilla kaato seinäelementin eristeen alle kosteusteknisen toiminnan parantamiseksi. Laastin kovetuttua sokkelin päälle hitsataan kumibitumikermi 150 mm nostolla seinäelementtiä vasten eristeen taakse, jottei kosteus pääse nousemaan maasta sokkeliä pitkin muuraukseen.



Kuva 5. Ulkoseinädetalji sokkelikivestä.

### 4.3 Ikkuna- ja ovisovitukset

Ikkunat tulee asentaa paikoilleen ennen muurausta, jotta muuraus saadaan mitoitettua kuvien mukaisesti. Kohteessa julkisivumuuraus on mitoitettu arkkitehdin kuviin ikkunoihin ja oviin sopiviksi, mutta on hyvä varautua ajoissa siihen, että saumaan tasaisella ja huomaamattomalla muutoksella saadaan jako oikeaksi. Ikkunasoituksessa tulee muurata täysi sauma sähköputkella pyöristetyn sijaan.



Kuva 6. Ikkunasovitus.

#### 4.4 Sääsuojatelineet ja tavarahissi

Ennen julkisivumuurauksen aloitusta täytyi rakennusselostuksen mukaisesti olla sääsuojatelineet asennettuna. Mikäli sääsuoja on puutteellinen, mahdollinen sade voi olla este muurauksen toteuttamiselle ja pilata kovettumattoman sauman. Sääsuojatelineen leveys hyväksytettiin muurauksen toteuttavalla aliurakoitsijalla sopimusvaiheessa. Sääsuojatelineen täytyy peittää muurattava seinä koko pinta-alalta. Räystään tasolle tulee olla asennettuna huppu siten, että satava vesi ohjautuu pois sääsuojan ulkopuolelle. Samalla tulee ottaa huomioon katolta tuleva vesi. Kohteessa telineasentajana toimii Kauppamestari.

Ennen telineiden asennusta telineasennuksen tilaajan tulee olla varma, ettei asennusalueella ole telineasennusta vaarantavia tekijöitä, ja alustan riittävä kantavuus on tarkastettava. Asennuksessa tulee käyttää tarvittaessa turvavaljaita telineasentajan suorittaman riskianalyysin perusteella. Yli 8 metrin korkuisissa telineissä tulee käyttää asianmukaisia nostovälineitä. Jos teline ei ylitä 14 metrin korkeutta ja 10 metrin pituutta, voidaan telineosia nostaa ylöspäin käsin, mutta jokaisella telinetasolla täytyisi olla työntekijä. Riskianalyysi suoritetaan siten, että työ voidaan turvallisesti toteuttaa ilman putoamisriskiä. Turvavaljaat tulee olla kiinnitetty telinekohtais-

ten ohjeiden mukaisesti. Telineasennuksen jäädessä kesken tai muutos/purkutöiden aikana on telineisiin kiinnitettävä kieltomerkki telineellä liikkumiselle. (Ramirent Finland Oy 2017.)

Telineasentaja asentaa tavarahissin telineeseen sopimuksen mukaisesti tiilen, laastin ja aukkopalkkien pystysiirtoja varten. Hissi asennetaan tukevalle maaperälle ja masto tulee olla tuettuna asianmukaisesti telineisiin. Tavarahissin käyttöä tulee valvoa mahdollisen väärinkäytön vuoksi, sillä tavaranoistin ei ole henkilönostoja varten. Telineiden ilmoitettu suurin sallittu pintakuorma on  $3 \text{ KN/m}^2$ . (Ramirent Finland Oy 2017.)



## 5 JULKISIVUMUURAUKSEN TOTEUTUS

Kohteen julkisivumuuraus toteutetaan aliurakkana ja urakasta solmittiin sopimus Muuraus Nahkala Oy:n kanssa. Ennen sopimuksen laatimista laaditaan urakoitsijan kanssa neuvottelupöytäkirja, josta selviää muun muassa urakkarajat, työsuoritteet, laatuvaatimukset ja työmaalogistiikka sekä työmaata koskevia säännöksiä ja velvoitteita.

### 5.1 Aloituspalaveri

Tehtävän aloituspalaverin tarkoituksena on varmistua siitä, että kaikilla osapuolilla on yhteinen käsitys työn suorituksesta, tavoitteista ja vastuista. Lisäksi varmistetaan, että kaikki tehtävän aloitusedellytykset ovat kunnossa ja työ voidaan suorittaa suunnitellusti sekä turvallisesti ilman häiriöitä.

Julkisivumuurauksen aloituspalaveriin osallistui työmaan vastaava työnjohtaja, tehtävän toteutuksesta vastaava työnjohtaja, rakennusvalvoja sekä aliurakoitsijan työnjohto. Palaverissa kerrattiin urakkarajat, edeltävien töiden tilanne, kaluston käyttö ja erikoishuomiota vaativia seikkoja/ongelmakohtia.

## TEHTÄVÄN ALOITUSPALAVERI

Tehtävän yleiset tiedot	Tehtävän nimike: Julkisivumuuraus			
	Työmaan nimi: Uudistuva kampus		Työnumero: [REDACTED]	
	Työmaan osoite: Kalevankatu 35			
	Aika: 31.07.2017		Paikka: Kampus	
	Urakan yhteyshenkilöt			
	Läsnä	Nimi	Yritys	Puhelinnumero
	<input checked="" type="checkbox"/>	[REDACTED]	Peab Oy	[REDACTED]
	<input checked="" type="checkbox"/>	Luhtala Juho	Peab Oy	[REDACTED]
	<input checked="" type="checkbox"/>	[REDACTED]	LRP Oy	[REDACTED]
	<input checked="" type="checkbox"/>	[REDACTED]	Muuraus Nahkala Oy	[REDACTED]
	<input type="checkbox"/>	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

1.	<b>SOPIMUSTILANNE</b>
Onko sopimus laadittu ja allekirjoitettu? Mikä on sopimuksen päivämäärä ja numero?	Sopimus nro. 28488 21.04.2017

Kuva 7. Ote aloituspalaverista.

## 5.2 Julkisivutiili

Julkisivutiilenä käytetään samaa tiiltä kuin vanhassa rakennuksessa. Tiilen toimittajana on Wienerberger Oy Ab. Vanhassa rakennusosassa käytetty tiili on erikoiskokoinen sileä tuohenvalkoinen poltettu savitiili (285\*185\*135) mm ja siksi määrälaskeintaan, menekkiin ja hukkaan tulee kiinnittää erityistä huomiota, sillä sitä toimitetaan ja valmistetaan vain tilattu määrä. Mikäli määrä ylittyy, pienen määrän valmistaminen erikseen vie vain aikaa ja rahaa. Tiili varastoidaan kohtuulliseen etäisyyteen mestasta urakkaneuvottelupöytäkirjan mukaisesti. Tiilen arvioitu menekki on 17 kpl/m<sup>2</sup>, letkassa on 28 tiiltä ja letkoja on 7 %:n hukka-arviolla tilattu yhteensä 836 letkaa. Tiili tulee varastoida tasaiselle alustalle sateelta ja pakkaselta suojattuna.

## 5.3 Muuraussiilo ja laasti

Muuraussiilon vaatimukset on tärkeää selvittää sen oikean toiminnan edellytyksenä. Muuraussiiloja löytyy toimittajalta kolme eri suuruusluokkaa, 2, 6 ja 9 m<sup>3</sup>. Sopimus solmittiin 9 m<sup>3</sup>/14 TN luokan siilosta, jonka mukana tulevista käyttöohjeista selviää niin veden kuin sähkön tarve, turvallisuusvaatimukset ja ohjeita vikatilanteisiin.

Tässä tapauksessa vedentarve oli 40-100 l/min ja sähkövirta 400 V/16 A. Vesilet-kuna käytetään suuren vedentarpeen vuoksi 1” suuruista letkua. Vedensaannissa tulee ottaa huomioon, ettei sitä ole haaroitettu toisen vesipisteen kanssa, jota käytetään aktiivisesti. Tällaisessa tapauksessa veden paine saattaa vaihdella ja laasti ei pysy tasalaatuisena notkeuden suhteen ja aiheuttaa turhaa hukkaa. Siilosta ja laastista tehtiin sopimus Saint-Gobain rakennustuotteet Oy:n kanssa.

Muuraussiilo tulee pystyttää tasaiselle ja riittävän tukevalle alustalle tavarahissin välittömään läheisyyteen työn helpottamiseksi. Samoin laastisäkit on hyvä varastoida siilon läheisyyteen, suojata sateelta ja irrottaa maasta, jottei mahdollinen makaava vesi pääse kovettamaan laastia mahdollisista rei’istä säkissä. (Saint-Gobain Finland Oy 2017.)

**TILAUS**

2(2)

N:o 28682

Tilauspvm. 5.5.2017

Liittyy tarjouspyyntöön n:o 42993

**Julkisivumuurauksen muurauslaasti ja siilo**

55411

**Kaupalliset asiakirjat**

4 Tarjous 21.04.2017

**Tekniset asiakirjat**

3 Ote värisuunnitelmasta

**RAKENNUSTUOTTEEN TUOTEHYVÄKSYNTÄ**

Tuotteen valmistaja vastaa, että rakennustuotteella, johon kohdistuu olennaisia teknisiä vaatimuksia, on rakennettavaan kohteeseen soveltuva rakennustuoteasetuksen tai tuotehyväksyntälain mukainen hyväksyntä. Toimittaja vastaa kaikista tilaajalle mahdollisesti syntyvistä suorista ja epäsuorista kustannuksista, jotka aiheutuvat tuotteen hyväksynnässä ilmenevistä puutteista. Tilaajalle toimitetaan todistus rakennustuotteen voimassaolevasta tuotehyväksyntäasiakirjasta (suoritusasiointi, tyyppihyväksyntätodistus tai varmennustodistus).

**Erittelyrivit**

Selite	Määrä	Yks	Yks.hinta	Lale	L.ale	Yhteensä
Muurauslaasti Vetoni ML 5Nattas 150 1000 kg	90	ssk	122,00			10 980,00
Rahti muurauslaasti arvio	90	tn	20,40			1 836,00
Muuraussiilo 9 m3 vuokra-aika noin	50	pv	30,00			1 500,00
Siilo aloitusmaksu	1	k	50,00			50,00
Rahti siilo	2	kpl	215,15			430,30
			Veroton hinta:	EUR		14 796,30
			Alv 24.00 %	EUR		3 551,11
			Veroll. hinta:	EUR		18 347,41

ARVIOITU URAKKASUMMA muodostuu yllä olevien erittelyrivien mukaisesti. Määrät tarkentuvat toimitusten perusteella.

**Peab Oy**

Tilaaja

---

 Keijo Laitamäki
**Liitteet:**

Tarjouspyyntö no:42993

Ote värisuunnitelmasta

Tarjous 21.04.2017

Nimi	Osoite	VAT	Kotipaikka
Peab Oy	Torikatu 13C, 2. ja 3. krs 60100 SEINÄJOKI	FI1509374-8	Helsinki Finland

Kuva 8. Ote muurauslaastin ja siilon tilauksesta.

## 5.4 Aukkopalkit

Aukonylityspalkeista tehtiin tarjouspyyntö Amutekille. Aukkopalkit tulee olla toimitettuna työmaalle ennen muurauksen alkamista ja alapinta tulee olla maalattuna Ral 9001 -sävyyn julkisivun värisuunnitelman mukaisesti. Aukkopalkkien asennuksessa toimitaan aukkopalkkitoimittajan Amutekin toimittaman ohjeiden mukaisesti. Amutek on toimittanut piirustusten mukaiset aukkopalkit työmaalle ja niiden asennus kuuluu aliurakoitsijalle. Aukkopalkit asennetaan tiilen päälle siten, että palkki on suoraan alapuolella tiiltä vasten. Palkin yläpuolelle puolestaan tehdään laastisauma, jonka päälle kivet muurataan. Nyrkkisääntönä aukkopalkkien asennukselle on, että palkin on tultava vähintään 15 cm yli aukosta ja palkin vaatimat raudoitukset 0,5 m yli aukkopalkin reunasta.

Aukkopalkki tulee tukea taipumisen estämiseksi asennuksen aikana. Tuennaksi riittää yleensä kolme lankkua tasaisin välein tukemaan aukkopalkkia aukon alareunaa vasten. Tuennan voi poistaa laastin saavuttaessa riittävän lujuuden noin muutaman päivän kuluessa. Laastin kovettuessa tiili holvaantuu aukon yläpuolella ja raudoitukset siirtävät yläpuolisia kuormia tasaisemmin. (Amutek Oy 2017.)

## 5.5 Raudoituksen asennus

Raudoitus kuuluu myös kokonaisuudessaan urakoitsijalle. Raudoitukset asennetaan muuraukseen rakennesuunnitelman ja Amutekin toimittaman aukkopalkki-suunnitelman mukaisesti. Palkkien raudoitukseksi suositeltiin käyttämään Amutekin omia tikasraudoitteita, mutta raudoituksena käytetään 2T7/4T7 ruostumatonta harjaterästä kustannustehokkaampana vaihtoehtona. Raudoitteiden asennus tulee suorittaa vähintään 400 mm jatkospituudella ja aliurakoitsijalle toimitettujen raudoitus suunnitelmien mukaisesti. Raudoituksesta on suositeltavaa lähettää tarjouspyyntö. Määrälaskennassa on tärkeää huomioida jatkospituudet ja aukkopalkkien vaatimien pätkittäisten raudoituksien aiheuttama suuri hukka.

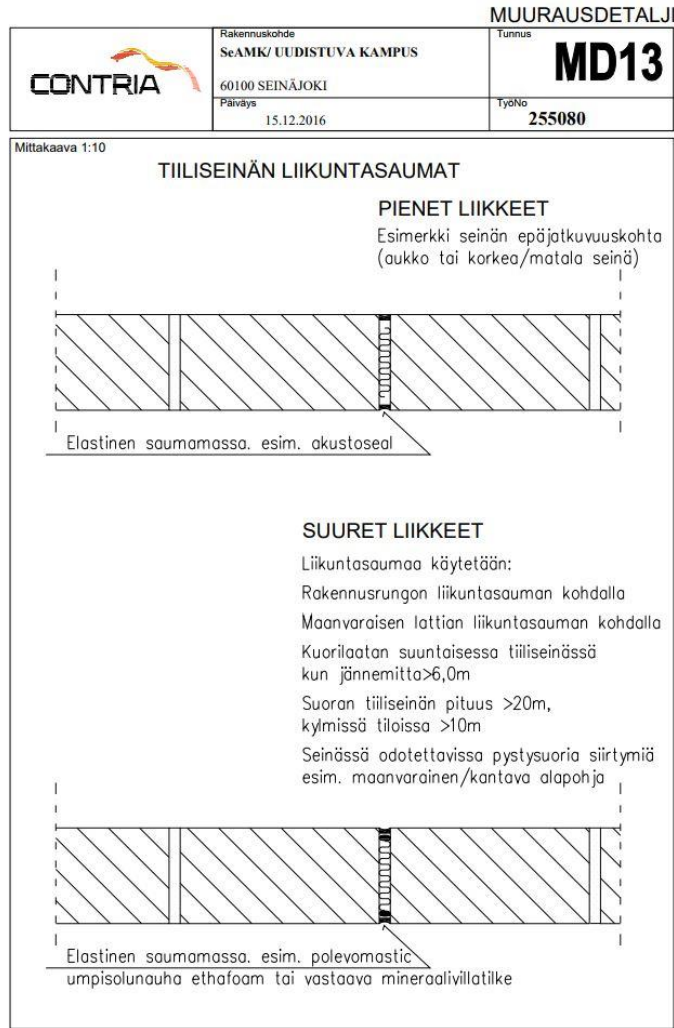
## 5.6 Liikuntasaumat

Liikuntasaumat sallivat rakenteiden liikkeen eri rakenneosien välillä. Tässä kohdessa rakennesuunnittelija on määrittänyt valmiit paikat liikuntasaumoille. Liikuntasaumojen sijaintia jouduttiin muuttamaan aukkopalkkien vuoksi. Suunnitelmissa liikuntasaumat sijaitsivat muurauksessa ikkunoiden/lasiseinien reunan myötäisesti, mutta Amutekin tekniikkahenkilöstön kanssa käydyn keskustelun mukaan liikuntasauma ei voi kulkea aukkopalkin ”läpi”. Rakennesuunnittelija hyväksyi muutokset liikuntasaumojen siirtämiseen kauemmas aukkopalkista. Liikuntasauma saumataan julkisivun väriin nähden huomaamattomalla elastisella saumausmassalla. Kourutyössä kannattaa huomioida syöksen tullessa lähelle liikuntasaumaa ja pyrkiä sijoittamaan se liikuntasauman päälle.

Liikuntasaumojen sijainnilla on merkitystä. Liikuntasaumojen sijoituksessa tulee ottaa huomioon tuentakorkeuden vaihtelut, seinän pituus ja korkeus, seinän jatkuvuuden katkeaminen, kuten kulmat, ja tuennan mahdolliset liikuntasaumat. Liikuntasauma tulee sijoittaa paikkaan, jossa on

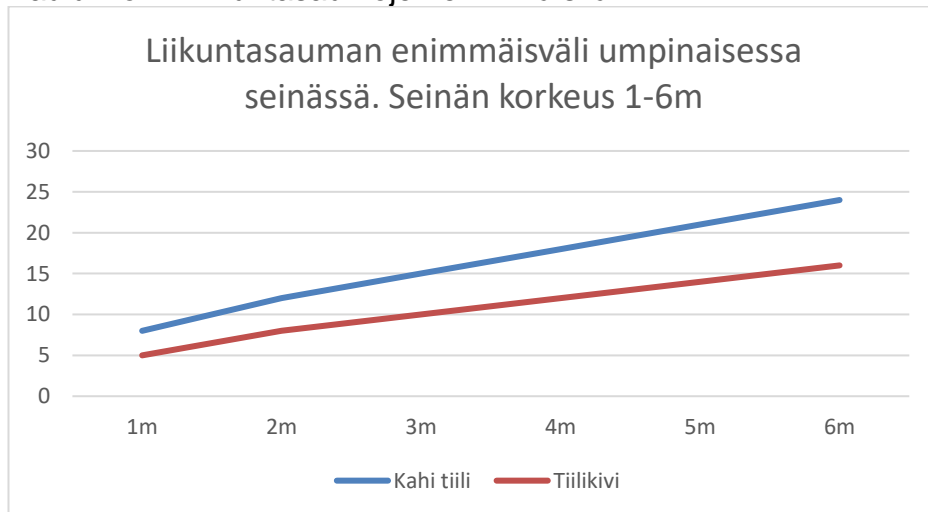
- rakenteen muutos tai korkeusero
- rakenteellinen liikuntasauma
- nurkka
- muurauksen paksuuden muutos
- kannatustavan muutos
- perustustavassa oleva muutos.

(Suomen tiiliteollisuusliitto Ry 2017)



Kuva 9. Julkisivutiilen liikuntasaumadetalji.

Taulukko 1. Liikuntasaumojen enimmäisväli.



## 6 LAATUVAATIMUKSET

### 6.1 Materiaalivaatimukset

Ulkotilaan tulevat tiilet täytyy olla säänkestäviä Suomen olosuhteissa ja kestää suunnitellun käyttöajan. Tiilessä täytyy olla vähintään yksi sivu ilman vaurioita, jotka saattavat vaikuttaa muuratun seinän ulkonäköön. Käytettävän tiilen pinta ja mitat tulee olla sallittujen mittapoikkeamien rajojen sisäpuolella. (RunkoRYL 2010, 163.)

Taulukko 2. Sallitut mittapoikkeamat (RunkoRYL 2010).

**Taulukko 511:T2.** Kalkkihiekkatiilien ja -harkkojen mittojen sallitut mittapoikkeamat (mm) standardin SFS-EN 771-2 + A1 mukaisesti.

Mitat	Sallittu mittapoikkeama, mm		
	Kalkkihiekkatiilet ja -harkot, jotka muurataan yleislaastilla ja kevytlaastilla		ohutsaumalaastilla
	GPLM	TLM	TLMP
Näytteen korkeuden keskiarvo	nimelliskorkeus $\pm 2$	nimelliskorkeus $\pm 1$	
Näytteen pituuden keskiarvo	nimellispituus $\pm 2$	nimellispituus $\pm 2$	nimellispituus $\pm 2$
Näytteen leveyden keskiarvo	nimellisleveys $\pm 2$	nimellisleveys $\pm 2$	nimellisleveys $\pm 2$
Yksittäinen korkeus	näytteen korkeuden keskiarvo $\pm 2$	näytteen korkeuden keskiarvo $\pm 1$	nimelliskorkeus $\pm 1$
Yksittäinen pituus	näytteen pituuden keskiarvo $\pm 2$	näytteen pituuden keskiarvo $\pm 2$	nimellispituus $\pm 3$
Yksittäinen leveys	näytteen leveyden keskiarvo $\pm 2$	näytteen leveyden keskiarvo $\pm 2$	nimellisleveys $\pm 3$

HUOM. Muurauslaastien määritelmät, katso SFS-EN 998-2

Keskiarvojen todelliset mittapoikkeamat ovat ilmoitettujen nimellismittojen ja mitattujen mittojen keskiarvojen erotuksia. Yksittäisten arvojen todelliset mittapoikkeamat ovat mitattujen mittojen keskiarvojen ja mitattujen yksittäisten arvojen erotuksia.

**Taulukko 511:T3.** Kalkkihiekkatiilien ja -harkkojen mittojen sallitut mittapoikkeamat (mm) luokissa NM ja OM, SFS-käsikirja 176.

Mitat	Sallittu mittapoikkeama, mm	
	Kalkkihiekkatiilet ja -harkot, jotka saumataan NM yleislaastilla ja kevytlaastilla <sup>1)</sup>	OM ohutsaumalaastilla <sup>2)</sup>
Näytteen korkeuden keskiarvo	nimelliskorkeus $\pm 2$	nimelliskorkeus $\pm 1$
Näytteen pituuden keskiarvo	nimellispituus $\pm 2$	nimellispituus $\pm 2$
Näytteen leveyden keskiarvo	nimellisleveys $\pm 2$	nimellisleveys $\pm 2$
Yksittäinen korkeus	näytteen korkeuden keskiarvo $\pm 2$	näytteen korkeuden keskiarvo $\pm 1$
Yksittäinen pituus	näytteen pituuden keskiarvo $\pm 2$	näytteen pituuden keskiarvo $\pm 2$
Yksittäinen leveys	näytteen leveyden keskiarvo $\pm 2$	näytteen leveyden keskiarvo $\pm 2$

<sup>1)</sup> Kevytlaasti: muurauslaasti, jonka tiheys on korkeintaan 1300 kg/m<sup>3</sup>

<sup>2)</sup> Ohutsaumalaasti: muurauslaasti, jonka suurin runkoaineen raekoko on korkeintaan 2 mm.

Muurauslaastin tulee olla tehdasvalmisteista m100/600 valmis- tai puolivalmislaastia. Valmiin laastin valmistuksessa veden ja jauhon suhde tulee olla laastivalmistajan ohjeiden mukainen. Sekoitettun laastin tulee olla tasalaatuista ja säilyttää käyttökelpoisuutensa muurauksen ajan. Laasti tulee suojata valmistuksen ja käytön välisenä aikana pakkaselta ja vesisateelta. (RunkoRYL 2010, 164, 165.)



Muurauskiinnikkeiden tulee täyttää eurokoodin ja Suomen rakentamismääräyskoelmassa muurauskiinnikkeille asetetut vaatimukset. Kiinnitys seinään tulee olla riittävän luja ja muurauskiinnikkeiden tulee olla muotoiltu siten, että ne eivät pääse irtoamaan saumasta. Ulkoseiniin sijoitettavien muurauskiinnikkeiden korroosiokestävyyden tulee kestää olosuhteiden mukaista rasitusta. (RunkoRYL 2010, 164.)

## **6.2 Muuraaminen**

Ennen muurauksen aloitusta tai sen aikana muurattava seinä tulee suojata sateelta ja muulta haitalliselta kosteudelta. Ulkoseinää muuratessa muurauksen alapinta tulee kosteuseristää bitumikaistalla sokkelista. Bitumikaista taitetaan muurattavaa seinää vasten ja samalla täytyy varmistua sen huolellisesta kiinnityksestä. (RunkoRYL 2010, 167.)

Muuraus tehdään täysin saumoin. Sauma lasketaan täydeksi, kun sen pinta on enintään 5 mm sisäänpäin painettu. Käytettävien muuraussiteiden vähimmäismäärä aukottomassa seinässä on 4 kpl/m<sup>2</sup> ja aukkojen ympärillä 6 kpl/m<sup>2</sup>. Julkisivumuurauksen taakse jätettävä tuuletusrako tulee olla vähintään 30 mm ilman tuuletukseen vaikuttavia laastipurseita. (RunkoRYL 2010, 167.)

## 7 TYÖTURVALLISUUS

Peab Oy sitoutuu noudattamaan TTT- eli työterveys- ja työturvallisuus-järjestelmää koskevaa OHSAS 18001 -standardia ja ympäristöjärjestelmää koskevaa ISO 14001 -standardia. Aliurakoitsijan täytyy olla tietoinen oman työn ympäristö- ja työturvallisuusriskeistä ja ensisijaisesti pyrkiä ehkäisemään niitä. Hyvillä työolosuhteilla on tärkeä vaikutus tehokkaaseen työskentelyyn. Päättöteuttaja vastaa rakennustyömaan yleisestä turvallisuudesta. Nämä säännöt ovat voimassa kaikilla Peab Oy:n työmailla. (Peab Oy 2017 b.)

Uuden työntekijän saapuessa työmaalle henkilö perehdytetään työmaahan. Perehdytyksessä käydään olennaisimmat asiat läpi työmaasta ja turvallisuudesta, kuten työmaan urakoitsijat, työmaasuunnitelma, työturvallisuutta koskevat vaatimukset ja ensiapupisteet sekä lisätään kulkulupa Cramocontrol-järjestelmään. Jokaisen velvollisuus työmaalla on korjata tai ilmoittaa havaitsemastaan työturvallisuusvirheestä, esimerkiksi putoamissuojauksen puuttumisesta. Peab Oy:n työmaalla suoritetaan viikoittainen sisäinen TR-mittaus Congrid-sovelluksella, jonka minimi keskiarvo on 92 %. Mittauksesta ladattu raportti ja siinä ilmenevät havaitut puutteet toimitetaan työmaatoimiston ja työntekijöiden taukotilan seinälle sekä saatetaan työntekijöiden luettavaksi. Kaikki mittauksessa havaitut puutteet tulee korjata ennen niiden kuittausta hyväksytyksi. (Peab Oy 2017 b.)

- Työntekijän turvallisuusvaatimukset:
- kypärä ja suojalasit
- Turvakengät
- Määräysten mukainen suojavaatetus
- Työturvallisuuskortti
- Valjaat työskennellessä ilman putoamissuojia
- Kulkulupa valokuvalla ja veronumerolla.

## 8 KUSTANNUSHALLINTA

Kustannushallinnassa tehtävän aikatauluttaminen todenmukaisesti on hyvin olennainen asia. Mikäli aikataulutus ei toimi, kaluston vuokra-ajat pidentyvät ja työ ei ole välttämättä sujuvaa. Tämä näkyy myös huomattavasti kustannuksissa.

### 8.1 Kustannuskaavion luominen

Kustannuskaavio on helpoin toteuttaa Excel-taulukolla. Taulukkoon merkitään tavoitearvio, suunniteltu, toteuma ja ennuste. Määrä, menekki ja yksikköhinta tulee olla kaaviossa, koska ne määrittävät työstä tai materiaalista koostuvan hinnan. Kustannukset tulee jakaa osakohteittain taulukkoon niiden seuraamisen ja ennustamisen helpottamiseksi. Materiaalin tullessa tiedetyn määrän mukaan koko tehtävää varten ne voidaan merkitä kustannuksiin eränä, kuten esimerkiksi aukkopalkit, joiden määrä ei muutu.

Ensimmäisen osakohteen valmistuttua luodaan ennusteeseen kustannusarvio käytettyjen/tehtyjen työtuntien, materiaalien ja kustannusten mukaisesti. Samalla voidaan kirjata valmistuneen osakohteen toteutuneet kustannukset. Tämän perusteella pystytään reagoimaan ajoissa kustannuksiin, mikäli ne nousevat yli tavoitearvion. (Peab Oy 2017 a.)

[illegible]

Kuva 10. Kustannuslaskelma.

## 9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tehtävänä oli suorittaa julkisivumuuraus ja laatia sille tehtäväsuunnitelma. Tavoitteena oli onnistua muurauksessa ilman ongelmia ja kustannustehokkaasti ja saada muuraus valmiiksi aikataulun mukaisesti. Julkisivua muuratessa on tärkeää olla tietoinen mahdollisista ongelmatilanteista ja tilannekohtaisista haasteista. Haasteita nykyaikaiselle muuraukselle asettaa julkisivujen monimuotoisuus. Erilaisuus on hyvin suosittua ja tämä saattaa aiheuttaa odottamattomasti työn etenemiseen. Arkkitehdit käyttävät myös paljon suurikokoisia ikkunoita ja näistä johtuvia vaikeita aukonylityksiä on paljon.

Opinnäytetyössä käydyn kohteen julkisivumuuraus onnistuttiin toteuttamaan tavoitteen mukaisesti, mutta aikataulussa ei pysytty vaikeiden olosuhteiden ja arvioitua pienemmän työsuoritteen johdosta. Julkisivumuurauksen valmistumisviikko siirtyi noin kuukauden suunniteltua myöhemmälle viikolle 48. Vastaavaan tilanteeseen voimme jatkossa varautua varmistamalla mahdolliselta aliurakoitsijalta suuremman työvoiman lisäyksen. Muurattavan kiven koko ja paino tulee myös ottaa huomioon sen takia, että se saattaa vaikuttaa poikkeavasti muurauksen etenemiseen.

## LÄHTEET

Sanoma Media Finland Oy. 2009. [verkkosivu] [viitattu 10.10.2017]. Saatavana: [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/4718/wienerberger\\_julkisivu\\_terca.htm](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/4718/wienerberger_julkisivu_terca.htm)

Museovirasto. 2004. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.10.2017]. Saatavana: <http://www.nba.fi/tiili/suomeen.htm>

Kingspan Insulation Oy. 2017. [verkkosivu]. [viitattu 12.10.2017]. Saatavana: <https://www.kingspan.com/fi/fi-fi/tuotteet/eristeet>

Saint-Gobain Finland Oy 2017. [verkkosivu]. [viitattu 20.10.2017] Saatavana: <http://www.e-weber.fi/palvelut/tyoemaakalusto.html>

Ramirent Finland Oy 2017. Asennus- ja käyttöohje. [verkkosivu]. [viitattu 20.10.2017] Saatavana: [http://www.ramirent.fi/files/attachments/telinerami\\_fi/ohjeet/allround\\_asennus\\_ja\\_kayttoohje\\_low.pdf](http://www.ramirent.fi/files/attachments/telinerami_fi/ohjeet/allround_asennus_ja_kayttoohje_low.pdf)

Amutek Oy. 2017. Asennusohje 2. Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

Suomen tiiliteollisuusliitto Ry. 2017. [verkkosivu]. [viitattu 23.10.2017] Saatavana: <http://www.tiili-info.fi/wp-content/uploads/2013/11/Julkisivumuurauksen-suunniteluohje.pdf>

Peab Oy. 2017a. Kustannushallintakoulutus1. Yrityksen sisäinen asiakirja.

Peab Oy. 2017b. TYÖTURVALLISUUS- JA YMPÄRISTÖLIITE. Yrityksen sisäinen asiakirja.

RunkoRYL. 2010. Kivirakentaminen. Helsinki: Rakennustietosäätiö.